

1994-102484

43. Patent Laid-open Date: April 15, 1994 (Heisei 6)

51. Int. Cl. <sup>5</sup>	ID Code	Internal reference number		
G 02 F 1/133	575	9226-2K	F1	Technology display section
	535	9226-2K		
1/13	505	7348-2K		
H 04 N 5/74		D 9068-5C		
		Request for	Number	
		Examination: Not Requested	of claims: 16	(Total 14 pages)
54. Title of Invention		Image display method and image display device employing spatial light modulation component		
21. Application No.		1992-249067		
22. Date of Filing		September 18, 1992 (Heisei 4)		
71. Applicant		000005821		
		Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.		
		1006 Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka-fu		
72. Inventor		Yoshihiro Masumoto		
		3-30 Shimomaruko, Ota-ku, Tokyo	(Matsushita Electric, on premises)	
72. Inventor		Tsutomu Ren		
		3-30 Shimomaruko, Ota-ku, Tokyo	(Matsushita Electric, on premises)	
74. Agent		Akira Kokaji, Patent Attorney		
		(2 others)		

## (54) [Title of the Invention]

Image display method and image display device employing spatial light modulation component

## (57) [Abstract]

[Object] To provide an image display method and an image display device that employs a spatial light modulating component, has a wide dynamic range, has excellent grayscale display characteristics even with dark images, and will present bright, high resolution images.

[Constitution] A peak level  $V_p$  will be detected for each fixed interval of an image signal  $V_{in}$  supplied from an external unit. Gain  $G_s = V_p/V_0$  will be calculated from the detected peak level  $V_p$ . The reference peak level  $V_0$  is defined as the reference peak level of the supplied image signal. After the gain  $G_s$  is calculated, the image signal level will be modulated to  $V_e = V_{in}/G_s$ . The modulated image signal  $V_e$  will be converted to a drive signal, and drive the spatial light modulation component. At the same time, the light output level  $L_{out}$  of a light generation unit will employ the gain  $G_s$ , and  $L_{out} = G_s \times L_0$ .  $L_0$  is the reference light output level of the light generating unit. By repeating the process described above for each fixed interval, a bright image can be displayed having grayscale display characteristics and black display characteristics that are superior to those in the conventional art.

## [Claims]

[Claim 1] An image display method comprising a light generation unit that can change the light output level, a spatial light modulation unit that will modulate the light output of the light generation unit, a drive unit that will drive the spatial light modulation unit in response to an image signal, and an image signal processing unit that will pre-process the image signal input to the drive unit, wherein the image signal processing unit will detect a peak level  $V_p$  of the image signal during a predetermined interval, the light generation unit will increase the light output level, and the image signal processing unit will reduce the amplitude of the image signal and input it to the drive unit, when the peak level  $V_p$  is larger than a pre-set reference peak level  $V_0$ , and the light generation unit will reduce the light output level, and the image signal processing unit will increase the amplitude of the image signal and input it to the drive unit, when the peak level  $V_p$  is smaller than the pre-set reference peak level  $V_0$ .

[Claim 2] The image display method according to claim 1, wherein when a reference light output level of the light generation unit is  $L_0$ , the detected peak level  $V_p$  and the reference peak level  $V_0$  will be employed, a gain  $G_s$  that is substantially  $G_s = V_p/V_0$  will be determined, the image signal processing unit will output an image signal that is substantially  $V_c = V_{in}/G_s$  to the drive unit, and the light generation unit will change a light output level  $L_{out}$  to be substantially  $L_{out} = L_0 \times G_s$ .

[Claim 3] The image display method according to claim 1, wherein when a reference light output level of the light generation unit is  $L_0$ , a gain  $G_s$  that is discretely determined in response to the size of the detected peak level  $V_p$  will be selected, the image signal processing unit will output an image signal that is substantially  $V_c = V_{in}/G_s$  to the drive unit, and the light generation unit will change a light output level  $L_{out}$  to be substantially  $L_{out} = L_0 \times G_s$ .

[Claim 4] The image display method according to claim 1, wherein the image signal will be held for a predetermined interval while the peak level  $V_p$  is detected, and after the detection of the peak level  $V_p$ , the light output level of the light generation unit will be controlled, amplitude modulation of the held image signal will be performed, and the spatial light modulation component will be driven in accordance with this image signal.

[Claim 5] An image display device comprising light generation means that can change the light output level, spatial light modulation means that will modulate the light output of the light generation means, drive means that will drive the spatial light modulation means in response to an image signal, and image signal processing means that will pre-process the image signal input to the drive means, wherein the image signal processing means will detect a peak level  $V_p$  of the image signal during a predetermined interval, the light generation means will increase the light output level, and the image signal processing means will reduce the amplitude of the image signal and input it to the drive means, when the peak level  $V_p$  is larger than a pre-set reference peak level  $V_0$ , and the light generation means will reduce the light output level, and the image signal processing means will increase the amplitude of the image signal and input it to the drive means, when the peak level  $V_p$  is smaller than the pre-set reference peak level  $V_0$ .

[Claim 6] The image display method according to claim 5, wherein when a reference light output level of the light generation means is  $L_0$ , the image signal processing means will employ the detected peak level  $V_p$  and the reference peak level  $V_0$ , will determine a gain  $G_s$  that is substantially  $G_s = V_p/V_0$ , will output the gain  $G_s$  to the light generation means, and output an image signal that is substantially  $V_c = V_{in}/G_s$  to the drive means, and the light generation means will change a light output level  $L_{out}$  to be substantially  $L_{out} = L_0 \times G_s$ .

[Claim 7] The image display method according to claim 5, wherein when a reference light output level of the light generation unit is  $L_0$ , the image signal processing means will select a gain  $G_s$  that is discretely determined in response to the size of the detected peak level  $V_p$ , will output the gain  $G_s$  to the light generation means, and will output an image signal that is substantially  $V_c = V_{in}/G_s$  to the drive unit, and the light generation unit will change a light output level  $L_{out}$  to be substantially  $L_{out} = L_0 \times G_s$ .

[Claim 8] The image display device according to claim 5, wherein the image signal processing means comprises image signal holding means, the input image signal is stored in the image signal holding means while detecting the peak levels, and after the detection of the peak levels, the light output level of the light generation means will be controlled, the image signal stored in the image signal holding means will be amplitude modified, and the spatial light modification component will be driven in accordance with that image signal.

[Claim 9] The image display device according to claim 5, comprising an image enlargement means that will project and enlarge a display image of the spatial light modulation means on a screen.

[Claim 10] An image display method comprising a light generation unit that can change the light output level, a spatial light modulation unit that will modulate the light output of the light generation unit, a drive unit that will drive the spatial light modulation unit in response to an image signal, and an image signal processing unit that will pre-process the image signal input to the drive unit, wherein the image signal processing unit will calculate a dark level interval  $S_b$  for each one frame interval, and the light generating unit will reduce the light output level when the size of  $S_b$  is larger than a pre-set

threshold value  $S_0$ .

[Claim 11] The image display method according to claim 10, wherein when a reference light output level of the light generation unit is  $L_0$ , a gain  $G_b$  will be pre-set to be smaller than one, and when the dark level interval  $S_b$  is larger than the predetermined threshold value  $S_0$ , the image signal processing unit will output an image signal that is substantially  $V_c = V_{in}/G_s$  to the drive unit, and the light generation unit will change a light output level  $L_{out}$  to be substantially  $L_{out} = L_0 \times G_s$ .

[Claim 12] The image display method according to claim 10, wherein the dark level interval  $S_b$  will be calculated while holding the image signal over a predetermined interval, and after the calculation of the dark level interval  $S_b$ , the light output level of the light generating unit will be controlled, and the spatial light modulation element will be driven in accordance with the held image signal.

[Claim 13] An image display device comprising light generation means that can change the light output level, spatial light modulation means that will modulate the light output of the light generation means, drive means that will drive the spatial light modulation means in response to an image signal, and an image signal processing means that will pre-process the image signal input to the drive means, wherein the image signal processing means will calculate a dark level interval  $S_b$  for each one frame interval, and the light generating means will reduce the light output level when the size of  $S_b$  is larger than a pre-set threshold value  $S_0$ .

[Claim 14] The image display method according to claim 13, wherein when a reference light output level of the light generation means is  $L_0$ , a gain  $G_b$  will be pre-set to be smaller than one, and when the dark level interval  $S_b$  is larger than the predetermined threshold value  $S_0$ , the image signal processing means will output the gain  $G_s$  to the light generation means, will output an image signal that is substantially  $V_c = V_{in}/G_s$  to the drive means, and the light generation means will change a light output level  $L_{out}$  to be substantially  $L_{out} = L_0 \times G_s$ .

[Claim 15] The image display device according to claim 13, wherein the image signal processing means comprises image signal holding means, the input image signal is stored in the image signal holding means while calculating the dark level interval  $S_b$ , and after the calculation of the dark level interval  $S_b$ , the light output level of the light generation means will be controlled, the image signal stored in the image signal holding means will be amplitude modified, and the spatial light modification component will be driven in accordance with that image signal.

[Claim 16] The image display device according to claim 13, comprising an image enlargement means that will project and enlarge a display image of the spatial light modulation means on a screen.

#### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of Use] The present invention relates to a method and device that primarily employs a spatial light modulation component, such as a liquid crystal panel or the like, to display an image.

[0002]

[Prior Art] Conventional image display components can be broadly classified as of the self-luminous type and the light receiving type. The self-luminous type are represented by those that employ a CRT, and the light receiving type are represented by those that employ a spatial light modulation component such as a liquid crystal panel.

[0003] Generally speaking, the self-luminous type can provide a display having a wide dynamic range. Taking a CRT as an example, when the black level is displayed, the output of the electron gun will approach zero without limit, and thus the quantity of light generated by the phosphor can be reduced to an extremely low level. In contrast, when the white level is displayed, a vivid peak luminosity can be obtained by increasing the output of the electron gun to a level in which the display area is small.

[0004] In contrast to this, Figure 9 shows a direct view type display device that employs a liquid crystal panel as an example of a spatial light modulation component. This display device is primarily comprised of a light generating unit 101, a liquid crystal panel 102, and a drive circuit 103. A cold cathode ray tube or the like is employed in the light generating unit 101, and illuminates the liquid

crystal panel 102 from the rear surface thereof. The drive circuit 103 forms an optical image on the liquid crystal panel 102 in response to image signals supplied from an external unit, and modulates illumination 104.

[0005] Furthermore, a projection type display device that employs a spatial light modulation component is known as a method of displaying a large screen image. In particular, projection type display devices that employ a liquid crystal panel have been developed in recent years, and an example of the construction of this type of projection type display device is shown in Figure 10. This projection type display device is comprised of a light generating unit 110, a liquid crystal panel 111, a drive circuit 112, a projection lens 113, and a screen 114. The light generating unit 110 employs a light source in which, for example, a metal halide lamp 115 is combined with a concave mirror 116. The illumination 117 output from the light generating unit will illuminate the liquid crystal panel 111, will be modulated by an optical image formed by the drive circuit 112, and a large screen image will be displayed on the screen 114 by the projection lens 113.

[0006]

[Problem To Be Solved By The Invention] There is a problem with image display devices that employ a spatial light modulation component, in that the dynamic range of images that can be displayed is comparatively small.

[0007] The maximum white level obtained will be determined by the product of maximum efficiency of the spatial light modulation component and the brightness of the illumination. However, because the maximum efficiency of the spatial light modulation component will be determined from the characteristics of each component, a brighter light generation unit must be employed in order to increase brightness. In this situation, because the entire area of the display screen must be brightened, and the efficiency is low compared to when one portion of the area is made brighter, the light generation unit will increase in size, and a large amount of power will be consumed.

[0008] Furthermore, in order to increase the luminosity of the white level, the black display level will brighten the more the brightness of the light generation unit is increased, and the quality of the image will significantly decline.

[0009] In other words, the dynamic range that can be displayed will be restricted by the contrast of the spatial light modulation component. For example, even expensive active matrix twist nematic type liquid crystal panels will have a contrast ratio of 500:1, and in particular, cannot be said to have adequate characteristics for use in projection type display devices.

[0010] At the same time, there is a problem in that the peak luminosity cannot be made particularly bright because of the balance between the quality of the black display and the size of the light generation unit.

[0011] On the other hand, there is a problem in that the uniformity of the black display will not be particularly high when, for example, a liquid crystal panel is employed in the display device. Display irregularities will be generated due to variations in the characteristics of each pixel that are caused by gap irregularities and the like in the liquid crystal panel. As a result, when an image is displayed in which the area occupied by the dark signals is large, the quality thereof will greatly decline.

[0012]

[Means of Solving the Problems] In order to solve the aforementioned problems, an image display method of the present invention comprises a light generation unit that can change the light output level, a spatial light modulation unit that will modulate the light output of the light generation unit, a drive unit that will drive the spatial light modulation unit in response to an image signal, and an image signal processing unit that will pre-process the image signal input to the drive unit, wherein the image signal processing unit will detect a peak level  $V_p$  of the image signal during a predetermined interval, the light generation unit will increase the light output level, and the image signal processing unit will reduce the amplitude of the image signal and input it to the drive unit, when the peak level  $V_p$  is larger than a pre-set reference peak level  $V_0$ , and the light generation unit will reduce the light output level, and the image signal processing unit will increase the amplitude of the image signal and input it to the drive unit, when the peak level  $V_p$  is smaller than the pre-set reference peak level  $V_0$ .

[0013] In addition, the image signal processing unit will calculate the interval  $S_b$  of a dark level for each 1 frame interval, and when the size of  $S_b$  is larger than a preset threshold value  $S_0$ , the light generation unit will reduce the light output level.

[0014]

[Operation] According to the method described above, because the peak level of an image signal to be displayed will be detected, and the brightness of the light that illuminates the spatial light modulation component will be compared to the peak level and changed, the spatial light modulating component can be driven with maximum efficiency with respect to the brightest display units in a display screen. As a result, an image display method can be provided that will allow the spatial light modulator component to be continuously driven and make maximum use of the dynamic range thereof, and improve the grayscale display characteristics. In sum, because the efficiency of the illumination that passes through the spatial light modulator component will be improved, a brighter display image can be achieved, and an extremely large effect can be obtained.

[0015] In addition, when the dark level interval of an image signal to be displayed is calculated, and the area in which the dark image is to be displayed is large to some extent, display irregularities in the dark portions can be made less conspicuous by reducing the light output of the light generation unit.

[0016]

[Embodiments] A first embodiment of the image display method of the present invention will be described below with reference to Figure 1. Note that as shown in Figures 9 and 10, the image display method of the present invention can be applied to direct view type and projection type display devices in which a spatial light modulator component is employed.

[0017] The reference peak level of an image signal supplied to a display device is defined herein as reference peak level  $V_0$ . For example, when various NTSC image signals are considered, image signals having a peak level that exceeds 100 IRE will frequently appear. In contrast, if the image is dark, the peak level will be less than 100 IRE. Thus, in this situation, a signal level of 100 IRE can be selected as the reference level  $V_0$ .

[0018] In addition, a light source will be employed in the light generation unit that can change the light output, and the reference light output level thereof is defined herein as  $L_0$ . More specifically, the light output level represents the brightness of the light that will illuminate the spatial light modulation component.

[0019] First, a peak level  $V_p$  will be detected for each fixed interval of an image signal  $V_{in}$  supplied from an external unit. A fixed interval is an interval that corresponds to a screen image, and if a TV signal, corresponds to 1 frame interval.

[0020] Next, gain  $G_s = V_p/V_0$  will be calculated from the detected peak level  $V_p$ . When the variable range of gain  $G_s$  is set in advance, and  $G_{max}$  and  $G_{min}$  are employed to represent the maximum gain and the minimum gain, then a gain that is calculated to be  $G_{max}$  or higher or  $G_{min}$  or lower will be limited to those values.

[0021] After the gain  $G_s$  is calculated, the image signal level will be modulated to  $V_c = V_{in}/G_s$ . However,  $V_{in}$  is the input image signal level. The modulated image signal  $V_c$  will be converted to a drive signal with the appropriate formula, and drive the spatial light modulation component.

[0022] At the same time, the light output level  $L_{out}$  of the light generation unit will employ the gain  $G_s$  described above so that  $L_{out} = G_s \times L_0$ . However, the light source employed in the light generation unit can change the light output level  $L_{out}$  in a range from the minimum gain  $G_{min}$  to the maximum gain  $G_{max}$  with respect to the reference light output level  $L_0$ .

[0023] Thus, the maximum gain and the minimum gain  $G_{max}$  and  $G_{min}$  may be determined, for example, from the variable range of the light output level of the light source. In addition, this may also be set in a restricted range of the light source so as to inhibit sharp changes in the gain that will, for example, create a sense of incongruity in an observer.

[0024] By repeating the process described above for each fixed interval, a bright image can be

displayed having grayscale display characteristics and black display characteristics that are superior to those in the conventional art.

[0025] The reason for this will be described in detail below. Three types of image signal patterns having different peak levels as shown in Figure 2 will be considered. The interval  $T_0$  of the horizontal axis corresponds, for example, to 1 frame interval, and  $V_0$  is the reference peak level.

[0026]  $V_{p1}$  represents the peak level of an image signal pattern 11 shown in Figure 2(a),  $V_{p2}$  represents the peak level of an image signal pattern 12 shown in Figure 2(b), and  $V_{p3}$  represents the peak level of an image signal pattern 13 shown in Figure 2(c), and  $V_{p1}$  is larger than  $V_0$ ,  $V_{p2}$  matches  $V_0$ , and  $V_{p3}$  is smaller than  $V_0$ .

[0027] Figure 3 will be employed to describe a method of driving a spatial light modulation component when each image signal pattern 11, 12, 13 is applied. Figure 3 expresses the relationship between the image signal level  $V_e$  and the transmission ratio  $T$  of a spatial light modulation component, with (a) showing a conventional method, and (b) showing the application of the image display method of the present invention. In the conventional method of (a), the input image signal level  $V_{in}$  matches  $V_e$ . In either method, the maximum transmission ratio obtained will be during image signal level  $V_{cmax}$ , and the minimum transmission ratio obtained will be during image signal level  $V_{cmin}$ .

[0028] In the conventional method of (a), the peak level  $V_{p1}$  is the maximum peak level of the input image signal, and the peak level  $V_{p1}$  must be associated with the image signal level  $V_{cmax}$ . Thus, the peak levels  $V_{p2}$ ,  $V_{p3}$  are associated with signal levels that are lower than  $V_{cmax}$ . For example, when a peak level that is lower than  $V_{p1}$  is associated with  $V_{cmax}$ , this will be a problem because white loss will occur in situations in which a signal having a high peak level like  $V_{p1}$  is input.

[0029] As a result, the display corresponding to the image signal patterns 11, 12, 13 will be displayed in the dynamic ranges shown by D1, D2, D3, and thus the more the peak level declines down toward  $V_{p3}$ , the more difficult it will be to obtain fine grayscale characteristics. In addition, when the average peak level of an image signal is  $V_{p2}$ , the characteristics near the maximum transmission ratio will not be very useful, and will possess poor drive efficiency from the perspective of the brightness of the display image.

[0030] With the image display method of the present invention shown in (b), the image signal level  $V_{cmax}$  is associated with the reference peak level  $V_0$ . As a result, even if the peak level is any of  $V_{p1}$ ,  $V_{p2}$ , or  $V_{p3}$ , the gain  $G_s$  will normalize this, and will associate each peak level with  $V_{cmax}$ . Thus, when the display of one screen is considered, the dynamic range shown by D' will always be used without regard to the peak level, and the spatial light modulator component can be driven.

[0031] And, because the light output level  $L_{out}$  of the light generation unit is changed by employing the gain  $G_s$  so that  $L_{out} = L_0 \times G_s$ , the brightness corresponding to each peak level will be correctly proportional to the signal level, images will be displayed without any problems.

[0032] Because of the operation described above, the image display method of the present invention will provide a method that will appropriately use the dynamic range of a spatial light modulation component, without regard to the peak level of the image signal, and a finer grayscale display will be made possible even with image patterns having low peak levels.

[0033] In addition, because the maximum transmission ratio of a spatial light modulation component will always be used to display the brightness corresponding to a peak level, a brighter display can be advantageously achieved. In other words, the power consumption of the light source can be reduced when obtaining the same brightness, and a brighter display can be achieved when compared to the same power consumption of a light source.

[0034] Figure 4 will be employed to describe a first embodiment of a display device in which the first embodiment of the image display method of the present invention is applied. This shows a configuration example of a direct view type display device in which a transparent type liquid crystal panel is employed.

[0035] A liquid crystal panel 24 will be illuminated from the rear surface thereof by means of a light

generation unit 23 that combines a halogen lamp 21 and a light collecting reflector 22. A drive circuit 25 will form an optical image on the liquid crystal panel 24 in response to an image signal  $V_{in}$ , and will spatially modulate illumination 27 and display an image.

[0036] The halogen lamp 21 will be lit by a lighting circuit 28 comprised of a direct current, and a light output control circuit 29 can change the output voltage of the lighting circuit 28 in order to change a light output level  $L_{out}$ .

[0037] An image signal processing circuit 30 will function in accordance with the image display method described above. A peak level detection circuit 31 will detect the peak level  $V_p$  of an input image signal  $V_{in}$ . A gain calculation circuit 32 will calculate a gain  $G_s$  from  $V_p$ . An amplitude modulation circuit 33 will employ  $G_s$  to modulate the image signal  $V_{in}$ , and will output the image signal  $V_c$  to the drive circuit 25. The drive circuit 25 will drive the liquid crystal panel 24 in association with the image signal  $V_c$ .

[0038] The gain calculation circuit 32 will also simultaneously output the gain  $G_s$  to the light output control circuit 29. The light output control circuit 29 will change the light output level  $L_{out}$  of the light generation unit 23 in accordance with the gain  $G_s$ .

[0039] Thus, because the aforementioned image signal processing circuit functions in association with the image display method described above, the display device having the configuration shown in Figure 4 can display bright, high resolution images having a wide dynamic range, and superior grayscale characteristics in the dark portions.

[0040] Figure 5 will be employed to describe a second embodiment of a display device in which the first embodiment of the image display method of the present invention is applied. This shows a configuration example of a projection type display device in which a transparent type liquid crystal panel is employed.

[0041] A liquid crystal panel 54 will be illuminated from the rear surface thereof by means of a light generation unit 53 that combines a halogen lamp 51 and a light collecting reflector 52. A drive circuit 55 will form an optical image on the liquid crystal panel 54 in response to an image signal  $V_{in}$ , and will spatially modulate illumination 57. The optical image on the liquid crystal panel 54 will be widely projected by means of a projection lens 58, and a large screen image will be displayed on a screen 59. An image signal processing circuit 60, a lighting circuit 61, and a light output control circuit 62 are the same as those described in Figure 4.

[0042] The projection type display device having the configuration shown in Figure 5 can also display bright, high resolution images having a wide dynamic range, and have superior grayscale characteristics in the dark portions, due to the effects based upon the image display method of the present invention.

[0043] In particular, a projection type display device like that shown in Figure 5 has problems, in that the brightness of the peak will be insufficient, and sufficient display quality will not be obtained when displaying dark images, particularly in the grayscale characteristics. When a conventional light generation unit having a fixed light output level is employed, it will be difficult to simultaneously solve these two problems.

[0044] However, the image display method of the present invention can increase the light output of the light generation unit beyond the steady state for images having bright peak levels, and thus can display brighter images. In addition, it will be possible to reduce the light output of the light generation unit for images having dark peak values, and adequately utilize the dynamic range of the spatial light modulation component and drive the same. Thus, the display quality of dark images can be greatly improved, a low power consumption light source can be employed to obtain bright projection images with good efficiency, and extremely large effects will be obtained.

[0045] A second embodiment of the image display method of the present invention will be described below. When, for example, a liquid crystal panel having somewhat poor contrast is employed as a spatial light modulation component, the image quality will dramatically decline due to the effects of black float when a dark display area extends over a broad region. Display irregularities will be

generated due to the effects of the variations in the characteristics of the screen, particularly during a black raster display. The image display method described below is effective for this type of problem.

[0046] This process will be described with reference to Figure 6. Note that Figure 6 shows the process for one frame.  $V_{in(t)}$  is defined as the input image signal level. Moreover, for each one frame, time  $t = 0$  is the beginning time of the image signal for one frame, and  $t = t_f$  is when the image signal for one frame is completed. In addition, in order to simplify the explanation, discrete data in which the image signal is sampled with a special clock will be considered.

[0047] First, a dark level interval  $S_b$  will be detected from a screen. The dark level interval represents the area in which a dark image is displayed in a screen. For example, the intervals of the signal levels that are darker than a pre-set dark signal level  $V_b$  in one frame will be added together and requested. Thus, in one frame interval of  $t = 0 \sim t_f$ , the input image signal level  $V_{in(t)}$  will be compared to  $V_b$ , and if  $V_{in(t)}$  is darker than  $V_b$ , then  $S_b$  will be added and that interval calculated.

[0048] Next, the dark level interval will be set to a predetermined threshold value  $S_0$ , and it will be determined whether or not the calculated dark level interval  $S_b$  is larger than  $S_0$ . When  $S_b$  is larger than  $S_0$ , a gain  $G_0$  that is one smaller than the gain  $G_b$  will be applied. When other than this, the gain  $G_b = 1$ . The gain  $G_b$  will be employed to modulate the image signal level  $V_c$  so that  $V_c = V_{in}/G_b$ , and so that the light output level  $L_{out}$  of the light generation unit will be  $L_{out} = G_b \times L_0$ . Note that  $V_{in}$  is the input image signal level, and  $L_0$  is the reference light output level. The modulated image signal  $V_c$  will be converted to a drive signal with the appropriate formula, and drive the spatial light modulation component.

[0049] In other words, when the dark level interval  $S_b$  exceeds the predetermined threshold value  $S_0$ , it will be determined that black float and display irregularities are conspicuous, and thus the brightness of the light generation unit will be quickly reduced with a gain  $G_b$  that is lower than one. At the same time, the drive signal level will be modulated with the reciprocal of the gain  $G_b$ . In this way, there will not be much impact on the display of bright levels, and black float and display irregularities of the dark level display will rarely become conspicuous.

[0050] In particular, when a black raster display is considered, it is not necessary to modulate the image signal with the gain  $G_b$ . It is also possible for only the light output level of the light generation unit to be reduced to a predetermined brightness at the moment that the input of a black raster image signal is detected.

[0051] Figure 7 will be employed to describe the first embodiment of a display device in which a second embodiment of the image display method of the present invention is applied. This is a configuration that is identical to the direct view type display device in which a transparent type liquid crystal panel shown in Figure 4 is employed, except for the image signal processing circuit 71.

[0052] In particular, the operation of the image signal processing circuit 71 will be described. The image signal processing circuit will function in accordance with the image display method described above. A dark signal level  $V_b$  will be applied to a dark level interval calculation circuit 72, and the dark level interval calculation circuit 72 will compare the input image signal  $V_{in}$  with  $V_b$ , and will output the dark level interval  $S_b$  for each one frame. A dark level interval threshold value  $S_0$  will be applied to a dark level interval comparison circuit 73, the gain  $G_s = 1$  if  $S_b$  is smaller than  $S_0$ , and a gain  $G_s$  that is smaller than 1 will be output if  $S_b$  is larger than  $S_0$ . This gain  $G_s$  will be received, an amplitude modulation circuit 74 will modulate the input image signal  $V_{in}$ , the image signal  $V_c$  will be output, and the drive circuit 25 will drive the liquid crystal panel 24 as appropriate. The gain  $G_s$  will also be output to the light output control circuit 29, and the light output level  $L_{out}$  of the light generation unit 23 will change in accordance with the gain  $G_s$ .

[0053] Thus, because the aforementioned image signal processing circuit 71 will function in accordance with the image display method described above, the display device having the configuration shown in Figure 7 will not have conspicuous black float and display irregularities, and can display images having excellent quality, when a dark image or black raster is displayed.

[0054] Figure 8 will be employed to describe the second embodiment of a display device in which a second embodiment of the image display method of the present invention is applied. This is a



configuration that is identical to the projection type display device in which a transparent type liquid crystal panel shown in Figure 5 is employed, except for the image signal processing circuit 81.

[0055] The image signal processing circuit 81 will be operated in the same way as the circuit employed in the direct view type display device described in Figure 7. Thus, the projection type display device having the configuration shown in Figure 7 will not have conspicuous black float and display irregularities, and can display images having excellent quality, when a dark image or black raster is displayed, due to the effects based upon the image display method of the present invention. This can provide even greater effects when applied to a projection type display device that illuminates the liquid crystal panel with particularly strong light.

[0056] In view of the continuity of the image signal, the image display method of the present invention described above with reference to Figures 1 and 6 will always modulate the image signal and control the light output of the light source after detecting image signal data for each one frame. Thus, strictly speaking, a time lag will be produced between a series of image signal processes and the control of the light output level of the light generating unit.

[0057] Accordingly, in the event that this time lag becomes a problem, the time lag can be eliminated by using a frame memory. In other words, the peak level of an image signal may be detected, or a dark level interval may be calculated, while the image signal is stored in frame memory, and after the gain is calculated, modulation of the image signal stored in the frame memory may be performed at the same time as the control of the light output of the light generation unit so as to display an image.

[0058] In addition, in the first embodiment of the image display method of the present invention described in Figure 1, the gain  $G_s$  need not be continuously changed. By performing control so that the value of  $G_s$  is discretely obtained,  $G_s$  will no longer constantly vary, and a more stable, high resolution image can be displayed in accordance with the range of peak levels.

[0059] In addition, in each embodiment of the image display device shown in Figures 4, 5, 7 and 8, although a halogen lamp was employed in the light generation unit, the light source is not particularly limited. Any light source may be employed so long as it is capable of being comparatively quickly and easily modulated. In particular, a metal halide lamp may be employed because it has excellent efficiency and color reproducibility compared to other lamps. In this case, the light output level can be changed by employing a lighting circuit that can control the lamp power.

[0060] In addition, although embodiments were described in which a liquid crystal panel was employed as the spatial light modulating component, the same effects can be obtained even if other spatial light modulation components are employed.

[0061]

[Effects of the Invention] As described above, the present invention can achieve a high resolution display that makes sufficient use of the dynamic range of a spatial light modulation component, by controlling the image signal and the light output of a light generation unit in accordance with the peak level of an inputted image signal. In addition, by performing the same control in accordance with the dark level interval of an inputted image signal, black float and display irregularities can be reduced when a dark image is displayed, and can provide images having high display quality.

[0062] In addition, by applying the image display method of the present invention to direct view type or projection type of display device employing a spatial light modulation component, a bright, high resolution image display device having excellent grayscale characteristics and a high quality dark level display can be provided.

#### [Brief Description of the Drawings]

[Figure 1] A flowchart for describing an embodiment of an image display method of the present invention

[Figure 2] Graphs showing the time versus amplitude distribution of three types of image signals having different peak levels

[Figure 3] Graphs showing the image signal level versus transmission ratio characteristics of a spatial light modulation component

[Figure 4] A schematic diagram showing an embodiment of an image display device of the present invention

[Figure 5] A schematic diagram showing another embodiment of an image display device of the present invention

[Figure 6] A flowchart for describing another embodiment of an image display method of the present invention

[Figure 7] A schematic diagram showing another embodiment of an image display device of the present invention

[Figure 8] A schematic diagram showing another embodiment of an image display device of the present invention

[Figure 9] A schematic diagram showing an embodiment of a conventional image display device

[Figure 10] A schematic diagram showing another embodiment of a conventional image display device

[Description Of The Reference Numerals]

21 Halogen lamp  
22 Light collecting reflector  
23 Light generation unit  
24 Liquid crystal panel  
25 Drive circuit  
28 Lighting circuit  
29 Light output control circuit  
30 Image signal processing circuit  
31 Peak level detection circuit  
32 Gain calculation circuit  
33 Amplitude modulation circuit  
58 Projection lens  
59 Screen

Translation of figures

Figure 1

映像信号	Image signal
ピークレベル $V_p$ の検出	Detect peak level $V_p$
ゲイン $G_s = V_p/V_0$ の算出	Calculate gain $G_s = V_p/V_0$
映像信号レベルの制御	Control image signal level
光出力レベルの制御	Control light output level
空間光変調素子の駆動	Drive spatial light modulation component
空間光変調素子の照明	Illuminate spatial light modulation component

Figure 2

振幅	Amplitude
時間	Time

Figure 3

透過率	Transmission ratio
映像信号レベル	Image signal level
従来方式	Conventional method
本発明の映像表示方式	Image display method of the present invention

Figure 4

25	Drive circuit
28	Lighting circuit
29	Light output control circuit
31	Peak level detection circuit
32	Gain calculation circuit

33	Amplitude modulation circuit
光出力制御信号	Light output control signal
ゲイン	Gain
映像信号	Image signal
ピークレベル	Peak level
映像信号処理回路	Image signal processing circuit

Figure 5

55	Drive circuit
61	Lighting circuit
62	Light output control circuit
光出力制御信号	Light output control signal
ゲイン	Gain
映像信号	Image signal
ピークレベル	Peak level
映像信号処理回路	Image signal processing circuit

Figure 6

映像信号	Image signal
ただし	however
映像信号レベルの制御	Control image signal level
光出力レベルの制御	Control light output level
空間光変調素子の駆動	Drive spatial light modulation component
空間光変調素子の照明	Illuminate spatial light modulation component

Figure 7

25	Drive circuit
28	Lighting circuit
29	Light output control circuit
72	Dark level interval calculation circuit
73	Dark level interval comparison circuit
74	Amplitude modulation circuit
光出力制御信号	Light output control signal
ゲイン	Gain
暗レベル期間しきい値	Dark level interval threshold value
暗信号レベル	Dark signal level
暗レベル期間	Dark level interval
映像信号	Image signal
映像信号処理回路	Image signal processing circuit

Figure 8

55	Drive circuit
61	Lighting circuit
62	Light output control circuit
振幅変調回路	Amplitude modulation circuit
暗レベル期間比較回路	Dark level interval comparison circuit
暗レベル期間算出回路	Dark level interval calculation circuit
光出力制御信号	Light output control signal
ゲイン	Gain
暗レベル期間しきい値	Dark level interval threshold value
暗信号レベル	Dark signal level
暗レベル期間	Dark level interval
映像信号	Image signal
映像信号処理回路	Image signal processing circuit

Figure 9

駆動回路  
映像信号

Drive circuit  
Image signal

Figure 10

駆動回路  
映像信号

Drive circuit  
Image signal

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-102484

(43)公開日 平成6年(1994)4月15日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133	5 7 5	9226-2K		
	5 3 5	9226-2K		
1/13	5 0 5	7348-2K		
H 0 4 N 5/74	D	9068-5C		

審査請求 未請求 請求項の数16(全 14 頁)

(21)出願番号 特願平4-249067

(22)出願日 平成4年(1992)9月18日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 橋本 吉弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 連 努

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

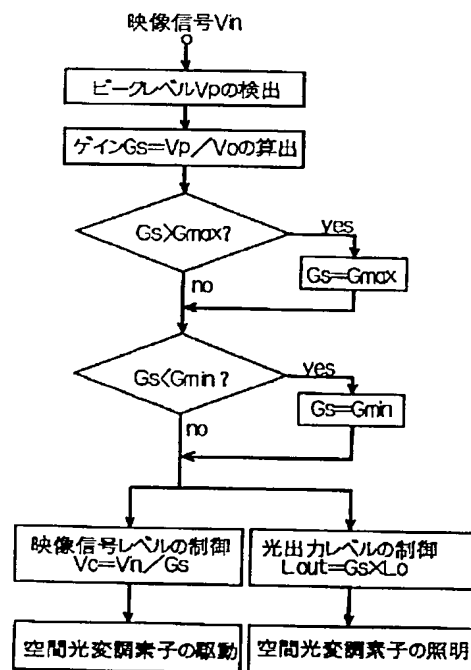
(74)代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

(54)【発明の名称】 空間光変調素子を用いた映像表示方法及び映像表示装置

(57)【要約】

【目的】 空間光変調素子を用いて、ダイナミックレンジが広く、暗い映像であっても階調表示特性に優れた、明るい高画質の映像を呈示する映像表示方法及び映像表示装置を提供する。

【構成】 外部から供給される映像信号 $V_{in}$ の一定周期毎に、ピークレベル $V_p$ を検出する。検出されたピークレベル $V_p$ からゲイン $G_s = V_p / V_o$ を算出する。ただし、基準ピークレベル $V_o$ は供給される映像信号の標準的なピークレベルとして定義する。ゲイン $G_s$ の算出後に、映像信号レベルを $V_c = V_{in} / G_s$ として変調する。変調された映像信号 $V_c$ は、駆動信号に変換され空間光変調素子を駆動する。同時に、発光部の光出力レベル $L_{out}$ を、ゲイン $G_s$ を用いて $L_{out} = G_s \times L_o$ とする。ただし、 $L_o$ は発光部の基準光出力レベルである。以上の処理を一定周期ごとに繰り返すことで、従来より階調表示特性と黒表示特性に優れた明るい映像を表示できる。



109 WOUSE

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光出力レベルを変化させることができる発光部と、前記発光部の出力光を変調する空間光変調部と、映像信号に応じて前記空間光変調部を駆動する駆動部と、前記駆動部に入力する映像信号を前置処理する映像信号処理部とを備え、前記映像信号処理部は所定期間における前記映像信号のピークレベル $V_p$ を検出し、前記ピークレベル $V_p$ が予め設定した基準ピークレベル $V_b$ より大きい場合、前記発光部は光出力レベルを大きくすると共に、前記映像信号処理部は前記映像信号の振幅を小さくして前記駆動部に入力し、前記ピークレベル $V_p$ が前記基準ピークレベル $V_b$ より小さい場合、前記発光部は光出力レベルを小さくすると共に、前記映像信号処理部は前記映像信号の振幅を大きくして前記駆動部に入力することを特徴とする映像表示方法。

【請求項2】発光部の基準光出力レベルを $L_0$ とした場合に、検出したピークレベル $V_p$ 及び基準ピークレベル $V_b$ を用いて、略 $G_p = V_p / V_b$ なるゲイン $G_p$ を求め、映像信号処理部は略 $V_c = V_{in} / G_p$ なる映像信号を駆動部に出力し、発光部は光出力レベル $L_{out}$ を略 $L_{out} = L_0 \times G_p$ となるよう変化させる請求項1記載の映像表示方法。

【請求項3】発光部の基準光出力レベルを $L_0$ とした場合に、検出したピークレベル $V_p$ の大きさに応じて離散的に定まるゲイン $G_p$ を選択し、映像信号処理部は略 $V_c = V_{in} / G_p$ なる映像信号を駆動部に出力し、発光部は光出力レベル $L_{out}$ を略 $L_{out} = L_0 \times G_p$ となるよう変化させる請求項1記載の映像表示方法。

【請求項4】ピークレベル $V_p$ を検出しながら所定期間にわたる映像信号を保持し、前記ピークレベル $V_p$ の検出後に、発光部の光出力レベルの制御と保持した前記映像信号の振幅変調及び当該映像信号による空間光変調素子の駆動を行う請求項1記載の映像表示方法。

【請求項5】光出力レベルを変化させることができる発光手段と、前記発光手段の出力光を変調する空間光変調手段と、映像信号に応じて前記空間光変調手段を駆動する駆動手段と、前記駆動手段に入力する映像信号を前置処理する映像信号処理手段とを備え、前記映像信号処理手段は所定期間における前記映像信号のピークレベル $V_p$ を検出し、前記ピークレベル $V_p$ が予め設定した基準ピークレベル $V_b$ より大きい場合、前記発光手段は光出力レベルを大きくすると共に、前記映像信号処理手段は前記映像信号の振幅を小さくして前記駆動手段に入力し、前記ピークレベル $V_p$ が前記基準ピークレベル $V_b$ より小さい場合、前記発光手段は光出力レベルを小さくすると共に、前記映像信号処理手段は前記映像信号の振幅を大きくして前記駆動手段に入力することを特徴とする映像表示装置。

【請求項6】発光手段の基準光出力レベルを $L_0$ とした場合に、映像信号処理手段は、検出したピークレベル $V_p$

及び基準ピークレベル $V_b$ を用い、略 $G_p = V_p / V_b$ なるゲイン $G_p$ を求めて、前記ゲイン $G_p$ を前記発光手段に出力すると共に、略 $V_c = V_{in} / G_p$ なる映像信号を駆動手段に出力し、前記発光手段は光出力レベル $L_{out}$ を略 $L_{out} = L_0 \times G_p$ となるよう変化させる請求項5記載の映像表示装置。

【請求項7】発光手段の基準光出力レベルを $L_0$ とした場合に、映像信号処理手段は、検出したピークレベル $V_p$ の大きさに応じて離散的に定まるゲイン $G_p$ を選択し、前記ゲイン $G_p$ を前記発光手段に出力すると共に、略 $V_c = V_{in} / G_p$ なる映像信号を駆動手段に出力し、前記発光手段は光出力レベル $L_{out}$ を略 $L_{out} = L_0 \times G_p$ となるよう変化させる請求項5記載の映像表示装置。

【請求項8】映像信号処理手段は映像信号保持手段を備え、入力映像信号をピークレベルを検出しながら前記映像信号保持手段に格納し、前記ピークレベルの検出後に、発光手段の光出力レベルの制御と前記映像信号保持手段に格納した映像信号の振幅変調及び当該映像信号による空間光変調素子の駆動を行う請求項5記載の映像表示装置。

【請求項9】空間光変調手段の表示画像をスクリーン上に拡大投写する画像拡大手段を備えた請求項5記載の映像表示装置。

【請求項10】光出力レベルを変化させることができる発光部と、前記発光部の出力光を変調する空間光変調部と、映像信号に応じて前記空間光変調部を駆動する駆動部と、前記駆動部に入力する映像信号を前置処理する映像信号処理部とを備え、前記映像信号処理部は、1フレーム期間毎に暗レベルの期間 $S_d$ を算出し、前記 $S_d$ の大きさが予め設定したしきい値 $S_{th}$ より大きい場合、前記発光部は光出力レベルを小さくすることを特徴とする映像表示方法。

【請求項11】発光部の基準光出力レベルを $L_0$ とした場合に、予め1より小さいゲイン $G_p$ を設定し、暗レベルの期間 $S_d$ が予め設定したしきい値 $S_{th}$ より大きい場合、映像信号処理部は略 $V_c = V_{in} / G_p$ なる映像信号を駆動部に出力し、前記発光部は光出力レベル $L_{out}$ を略 $L_{out} = L_0 \times G_p$ となるよう変化させる請求項10記載の映像表示方法。

【請求項12】暗レベルの期間 $S_d$ を算出しながら所定期間にわたる映像信号を保持し、前記暗レベルの期間 $S_d$ の算出後に、発光部の光出力レベルの制御と保持した前記映像信号による空間光変調素子の駆動を行う請求項10記載の映像表示方法。

【請求項13】光出力レベルを変化させることができる発光手段と、前記発光手段の出力光を変調する空間光変調手段と、映像信号に応じて前記空間光変調手段を駆動する駆動手段と、前記駆動手段に入力する映像信号を前置処理する映像信号処理手段とを備え、前記映像信号処理手段は、1フレーム期間毎に暗レベルの期間 $S_d$ を算

10

20

30

40

50

出し、前記 $S_0$ の大きさが予め設定したしきい値 $S_1$ より大きい場合、前記発光手段は光出力レベルを小さくすることを特徴とする映像表示装置。

【請求項14】発光手段の基準光出力レベルを $L_0$ とした場合に、予め1より小さいゲイン $G_0$ を設定し、暗レベルの期間 $S_0$ が予め設定したしきい値 $S_1$ より大きい場合、映像信号処理手段は前記ゲイン $G_0$ を前記発光手段に出力すると共に、略 $V_0 = V_{in} / G_0$ なる映像信号を駆動手段に出力し、前記発光手段は光出力レベル $L_{out}$ を略 $L_{out} = L_0 \times G_0$ となるよう変化させる請求項13記載の映像表示装置。

【請求項15】映像信号処理手段は映像信号保持手段を備え、入力映像信号を暗レベルの期間 $S_0$ を算出しながら前記映像信号保持手段に格納し、前記暗レベルの期間 $S_0$ の算出後に、発光手段の光出力レベルの制御と前記映像信号保持手段に格納した映像信号による空間光変調素子の駆動を行う請求項13記載の映像表示装置。

【請求項16】空間光変調手段の表示画像をスクリーン上に拡大投写する画像拡大手段を備えた請求項13記載の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、主に液晶パネルなどの空間光変調素子を用いて映像を表示する方法と装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の映像表示素子は、自己発光型と受光型に大別できる。自己発光型はCRTを用いるものに代表され、受光型は液晶パネルといった空間光変調素子を用いるものに代表される。

【0003】一般に、前者の自己発光型はダイナミックレンジの広い表示を得ることができる。CRTを例にとれば、黒レベルを表示する場合、電子銃の出力を限りなくゼロに近づけて、蛍光体の発光量を非常に小さくすることができる。反対に、白レベルを表示する場合、表示領域が小さい程に電子銃の出力を大きくすることで、輝き感のあるピーク輝度を得ることができる。

【0004】これに対し、空間光変調素子として例えば液晶パネルを用いた直視型表示装置の構成例を(図9)に示す。大別して、発光部101、液晶パネル102、駆動回路103から構成される。発光部101には、例えば冷陰極線管などを用い、液晶パネル102を背面から照明する。駆動回路103は、外部から供給される映像信号に応じた光学像を液晶パネル102上に形成し、照明光104を変調する。

【0005】更に、大画面映像を表示する方法として空間光変調素子を用いた投写型表示装置が知られている。特に、近年、液晶パネルを用いた投写型表示装置が開発されており、(図10)に、このような投写型表示装置の構成の一例を示す。発光部110、液晶パネル11

1、駆動回路112、投写レンズ113、スクリーン114から構成される。発光部110は、例えばメタルハライドランプ115と凹面鏡116を組み合わせた光源を用いる。発光部から出力された照明光117は液晶パネル111を照明し、駆動回路112により形成された光学像により変調されて、投写レンズ113によりスクリーン114上に大画面映像が拡大表示される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】空間光変調素子を用いた映像表示装置には、表示できる映像のダイナミックレンジが比較的小さいという問題がある。

【0007】得られる最大の白レベルは、空間光変調素子の最大効率と照明光の明るさの積で決まる。ところが、空間光変調素子の最大効率は各素子の特性から決まるので、より明るくするには発光部としてより明るいものを用いなければならない。この場合、表示画面の全域を明るくする必要があり、一部の領域をより明るくする場合に比較して効率が低いいため、発光部が大きくて消費電力の大きなものになる。

20 【0008】更に、白レベルの輝度を上げるために発光部の明るさを明るくすればするほど黒の表示レベルも明るくなり、画像の品位が著しく低下する。

【0009】つまり、表示できるダイナミックレンジは空間光変調素子のコントラストで制約される。例えば、アクティブマトリックス方式ツイストネマティック型液晶パネルの場合、高いものでも500:1程度のコントラスト比であり、特に投写型表示装置に用いた場合などは十分な特性とは言えない。

30 【0010】同時に、黒表示の品位や発光部の大きさとの兼ね合いから、あまりピーク輝度を明るくできないという問題がある。

【0011】一方、例えば液晶パネルを用いた表示装置の場合、黒表示の均一性があまり高くないという問題がある。液晶パネルのギャップむら等による各画素の特性ばらつきによって表示むらが発生し、特に黒表示状態においてそのむらが顕著となる。その結果、暗い信号の占有領域が大きな映像を表示した場合、表示むらを発生してその品位を大きく低下させる。

【0012】

40 【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために本発明の映像表示方法は、光出力レベルを変化させることができる発光部と、前記発光部の出力光を変調する空間光変調部と、映像信号に応じて前記空間光変調部を駆動する駆動部と、前記駆動部に入力する映像信号を前置処理する映像信号処理部とを備え、前記映像信号処理部は所定期間における前記映像信号のピークレベル $V_0$ を検出し、前記ピークレベル $V_0$ が予め設定した基準ピークレベル $V_1$ より大きい場合、前記発光部は光出力レベルを大きくすると共に、前記映像信号処理部は前記映像信号の振幅を小さくして前記駆動部に入力し、前記ビ

ークレベル $V_p$ が前記基準ピークレベル $V_0$ より小さい場合、前記発光部は光出力レベルを小さくすると共に、前記映像信号処理部は前記映像信号の振幅を大きくして前記駆動部に入力する。

【0013】また、前記映像信号処理部は、1フレーム期間毎に暗レベルの期間 $S_0$ を算出し、前記 $S_0$ の大きさが予め設定したしきい値 $S_1$ より大きい場合、前記発光部は光出力レベルを小さくするようにする。

【0014】

【作用】上記方法によれば、表示する映像信号のピークレベルを検出し、空間光変調素子を照明する光の明るさをそのピークレベルに比例して変化させるので、一表示画面内の最も明るい表示部に対して、空間光変調素子を最大効率で駆動することができる。その結果、常に空間光変調素子のダイナミックレンジを最大限活用して駆動することが可能となり、階調表示特性に優れた映像表示方法を提供できる。合わせて、空間光変調素子を透過する照明光の効率が向上するので、より明るい表示画像を実現でき、極めて大きな効果を得ることができる。

【0015】また、表示する映像信号の暗レベルの期間を算出し、暗い映像を表示する領域がある程度大きい場合には、発光部の光出力を低下させることにより、暗部の表示むらを目立ちにくくすることができる。

【0016】

【実施例】以下、(図1)を参照しながら本発明の映像表示方法の第一の実施例を述べる。尚、本発明の映像表示方法は、(図9)及び(図10)に示したような、空間光変調素子を用いた直視型及び投写型の表示装置に適用できる。

【0017】表示装置に供給される映像信号の標準的なピークレベルを基準ピークレベル $V_0$ とする。例えばNTSCの様々な映像信号を考えた場合、100IREを上回るピークレベルを持った映像信号も頻繁に出現する。反対に、暗い映像であれば、ピークレベルは100IREを下回る。従って、この場合は基準ピークレベル $V_0$ として例えば100IREの信号レベルを選択できる。

【0018】また、発光部には光出力を変化させることのできる光源を用いるとし、その基準となる光出力レベルを $L_0$ とする。具体的に、光出力レベルとは空間光変調素子を照明する光の明るさを表す。

【0019】まず、外部から供給される映像信号 $V_{in}$ の一定周期毎に、ピークレベル $V_p$ を検出する。一定周期とは一画面表示に相当する期間であり、TV信号であれば1フレーム期間に相当する。

【0020】次に、検出されたピークレベル $V_p$ からゲイン $G_s = V_p / V_0$ を算出する。ゲイン $G_s$ の可変範囲は予め設定しておき、最大ゲイン $G_{max}$ 、最小ゲイン $G_{min}$ を用いて表した場合に、 $G_{max}$ 以上または $G_{min}$ 以下のゲインが算出された場合には、これらをその値に制限す

る。

【0021】ゲイン $G_s$ を算出した後に、映像信号レベルを、 $V_c = V_{in} / G_s$ として変調する。ただし、 $V_{in}$ は入力映像信号レベルである。変調された映像信号 $V_c$ は、適当な方式で駆動信号に変換されて空間光変調素子を駆動する。

【0022】同時に、発光部の光出力レベル $L_{out}$ を、上記ゲイン $G_s$ を用いて $L_{out} = G_s \times L_0$ とする。ただし、発光部に用いる光源は、基準光出力レベル $L_0$ に対し、最小ゲイン $G_{min}$ から最大ゲイン $G_{max}$ の範囲内で光出力レベル $L_{out}$ を変化させることのできるものを用いる。

【0023】従って、最大及び最小ゲイン $G_{max}$ 及び $G_{min}$ は、例えば光源の光出力レベルの可変可能範囲から決めれば良い。また、光源の制約範囲内で、例えば観察者が違和感を認識するような急峻なゲインの変化を抑制するように設定すれば良い。

【0024】以上の処理を一定周期ごとに繰り返すことで、従来より階調表示特性と黒表示特性に優れた明るい映像を表示できる。

【0025】その理由を以下に補足説明する。(図2)に示すようなピークレベルの異なる3種類の映像信号パターンを考える。横軸の一周期 $T$ は例えば1フレーム周期に対応し、 $V_0$ は基準ピークレベルである。

【0026】同図(a)に示した映像信号パターン11のピークレベルを $V_{p1}$ 、同図(b)に示した映像信号パターン12のピークレベルを $V_{p2}$ 、同図(c)に示した映像信号パターン13のピークレベルを $V_{p3}$ として表し、 $V_{p1}$ は $V_0$ より大きく、 $V_{p2}$ は $V_0$ と一致し、 $V_{p3}$ は $V_0$ より小さいとする。

【0027】(図3)を用いて、各映像信号パターン11、12、13が与えられた場合に空間光変調素子を駆動する方法を説明する。(図3)は、映像信号レベル $V_c$ と空間光変調素子の透過率 $T$ の相関を表し、(a)は従来方式の場合を、(b)は本発明の映像表示方法を適用した場合を、それぞれ示している。(a)の従来方式の場合は、入力映像信号レベル $V_{in}$ と $V_c$ は一致する。いずれの場合も、映像信号レベル $V_{cmax}$ の時に最大透過率を、映像信号レベル $V_{cmin}$ の時に最小透過率を得るものとする。

【0028】(a)の従来方式では、ピークレベル $V_{p1}$ が入力映像信号の中で最大のピークレベルであるとして、ピークレベル $V_{p1}$ を映像信号レベル $V_{cmax}$ に対応づける必要がある。従って、ピークレベル $V_{p2}$ 、 $V_{p3}$ は、 $V_{cmax}$ より低い信号レベルに対応づけられる。例えば、 $V_{p1}$ より低いピークレベルを $V_{cmax}$ に対応づけた場合、 $V_{p1}$ のように高いピークレベルを持った信号が入力された場合に、白つぶれを生じるため問題がある。

【0029】その結果、映像信号パターン11、12、13に対応する表示は、D1、D2、D3で示される範



画をダイナミックレンジとして表示され、ピークレベルが $V_{0.3}$ のように低くなるほど、細かな階調特性を得ることが難しくなる。また、平均的な映像信号のピークレベルを $V_{0.2}$ として考えた場合に、最大透過率付近の特性があまり活用されず、表示画像の明るさの面でも効率が悪い駆動となる。

【0030】(b)の本発明の映像表示方法の場合、映像信号レベル $V_{c,0.1}$ と基準ピークレベル $V_0$ を対応づける。その結果、ピークレベルが $V_{p,1}$ 、 $V_{p,2}$ 、 $V_{p,3}$ のいずれであっても、ゲイン $G_1$ がこれを正規化し、各々のピークレベルを $V_{c,0.1}$ に対応づける。従って、一画面あたりの表示を考えた場合、ピークレベルに依らず常に $D'$ で示すダイナミックレンジを活用して空間光変調素子を駆動できる。

【0031】ところで、同時に発光部の光出力レベル $L_{0.1}$ を、ゲイン $G_1$ を用いて $L_{0.1} = L_0 \times G_1$ として変化させているので、それぞれのピークレベルに対応する明るさは信号レベルに正しく比例しており、画像は何ら問題なく表示される。

【0032】以上の働きから、本発明の映像表示方法は、映像信号のピークレベルに依らず、空間光変調素子のダイナミックレンジを十分に活用する方法を提供し、ピークレベルの低い映像パターンであってもより細かな階調表示が可能となる。

【0033】また、ピークレベルに対応する明るさを、常に空間光変調素子の最大透過率を利用して表示しているので、より明るい表示を実現する上で利点がある。つまり、同じ明るさを得る上では、光源の消費電力を低下させることができ、また、同一消費電力の光源で比較した場合には、より明るい表示を実現できる。

【0034】次に、(図4)を用いて、本発明の映像表示方法の第一の実施例を適用した表示装置の第一の実施例を述べる。これは、透過型の液晶パネルを用いた直視型表示装置の構成例を示す。

【0035】ハロゲンランプ21と集光反射鏡22を組み合わせた発光部23により液晶パネル24を背面から照明する。駆動回路25は、映像信号 $V_c$ に応じて液晶パネル24上に光学像を形成し、空間的に照明光27を変調して画像を表示する。

【0036】ハロゲンランプ21は、直流電源からなる点灯回路28により点灯され、光出力制御回路29は点灯回路28の出力電圧を変化させて光出力レベル $L_{0.1}$ を変化できる。

【0037】映像信号処理回路30は、上述の映像表示方法に沿って機能する。ピークレベル検出回路31が入力映像信号 $V_{i,0}$ のピークレベル $V_0$ を検出する。ゲイン算出回路32が $V_0$ からゲイン $G_1$ を算出する。振幅変調回路33が、 $G_1$ を用いて映像信号 $V_{i,0}$ を変調し駆動回路25に映像信号 $V_c$ を出力する。駆動回路25が映像信号 $V_c$ に沿って液晶パネル24を駆動する。

【0038】ゲイン算出回路32は、同時に光出力制御回路29にもゲイン $G_1$ を出力する。光出力制御回路29は、ゲイン $G_1$ に合わせて発光部23の光出力レベル $L_{0.1}$ を変化させる。

【0039】このように、上記映像信号処理回路が上述の映像表示方法に従って機能することで、(図4)に示す構成の表示装置は、ダイナミックレンジが広く、暗い部分の階調特性に優れた、明るい高画質映像を表示することができる。

10 【0040】次に、(図5)を用いて、本発明の映像表示方法の第一の実施例を適用した表示装置の第二の実施例を述べる。これは、透過型の液晶パネルを用いた投写型表示装置の構成例を示す。

【0041】ハロゲンランプ51と集光反射鏡52を組み合わせた発光部53により液晶パネル54を背面から照明する。駆動回路55は、映像信号 $V_c$ に応じて液晶パネル54上に光学像を形成し、空間的に照明光57を変調する。液晶パネル54上の光学像は投写レンズ58により拡大投影され、スクリーン59上に大画面映像が表示される。映像信号処理回路60、点灯回路61、光出力制御回路62は(図4)で述べたものと同様のものである。

【0042】(図5)に示す構成の投写型表示装置も、本発明の映像表示方法に基づく効果により、ダイナミックレンジが広く、暗い部分の階調特性に優れた、明るい高画質映像を表示することができる。

【0043】特に、(図5)に示すような投写型表示装置は、ピークの明るさが不足するという問題と、暗い映像を表示する場合に特に階調特性において十分な表示品位が得られないという問題がある。従来の定光出力レベルの発光部を用いた場合、この2つの問題を同時に解決することは困難であった。

【0044】ところが本発明の映像表示方法は、ピークレベルの明るい映像に対して発光部の光出力を定常状態より大きくし、より明るい映像を表示できる。また、ピークレベルの暗い映像に対して発光部の光出力を小さくし、空間光変調素子のダイナミックレンジを十分に活用して駆動することを可能としている。従って、暗い映像の表示品位を大きく高めると共に、低消費電力の光源を用いて効率よく明るい投写画像を得ることができ、極めて大きな効果が得られる。

【0045】以下、本発明の映像表示方法について第二の実施例を述べる。空間光変調素子として例えばあまりコントラストの高くない液晶パネルを用いた場合、暗い表示領域が大面積にわたると黒浮きの影響により画像品位が著しく低下する。特に黒ラスタ表示時には、諸特性の面内ばらつきの影響により表示むらが発生する。以下に述べる映像表示方法は、このような問題に有効である。

50 【0046】(図6)を参照しながらその手順を説明す

る。ただし、(図6)は1フレームあたりの処理手順を示す。 $V_{in(t)}$ を入力映像信号レベルとする。ただし、時刻 $t$ については1フレーム毎に考えて、 $t=0$ を1フレームの映像信号の開始時刻とし、 $t=t_f$ において、1フレームの映像信号が終わるとする。また、説明を簡単にするために、映像信号を特定クロックでサンプリングした離散的なデータについて考える。

【0047】まず、一画面の中から暗レベルの期間 $S_d$ を検出する。暗レベルの期間とは、一画面内において暗い映像が表示されている領域を表す。例えば、ある設定した暗信号レベル $V_d$ より暗い信号レベルとなる期間を1フレーム内について積算して求めることができる。従って、 $t=0 \sim t_f$ の1フレーム期間について、入力映像信号レベル $V_{in(t)}$ と $V_d$ を比較し、 $V_{in(t)}$ が $V_d$ より暗ければ $S_d$ を加算してその期間を算出する。

【0048】次に、暗レベルの期間について予めしきい値 $S_{th}$ を設定しておき、算出した暗レベルの期間 $S_d$ が $S_{th}$ より大きいかどうかを判定する。 $S_d$ が $S_{th}$ より大きい場合には、ゲイン $G_g$ に対しある1より小さい値 $G_g$ を与える。それ以外の場合には、ゲイン $G_g=1$ とする。このゲイン $G_g$ を用いて、映像信号レベル $V_e$ を $V_e = V_{in} / G_g$ として変調すると共に、発光部の光出力レベル $L_{out}$ を $L_{out} = G_g \times L_{in}$ とする。ただし、 $V_{in}$ は入力映像信号レベル、 $L_{in}$ は基準光出力レベルである。変調された映像信号 $V_e$ は、適当な方式で駆動信号に変換されて空間光変調素子を駆動する。

【0049】すなわち、暗レベルの期間 $S_d$ がしきい値 $S_{th}$ を超えた場合には、黒浮きや表示むらが目立つと判断し、瞬時に発光部の明るさを1より小さいゲイン $G_g$ で以て低下させる。同時に、駆動信号レベルはゲイン $G_g$ の逆数で以て変調する。これにより、明レベルの表示にはあまり影響を与えることなく、暗レベル表示部の黒浮きや表示むらを目立たちにくくできる。

【0050】特に、黒ラスター表示について考えた場合、映像信号をゲイン $G_g$ で変調する必要はない。黒ラスターの映像信号が入力されたとき検知した瞬間に、発光部の光出力レベルのみを所定の明るさまで低下させれば良い。

【0051】次に、(図7)を用いて、本発明の映像表示方法の第二の実施例を適用した表示装置の第一の実施例を述べる。これは、映像信号処理回路71以外は、(図4)に示した透過型の液晶パネルを用いた直視型表示装置と同じ構成である。

【0052】特に、映像信号処理回路71の働きについて説明する。映像信号処理回路は、上述の映像表示方法に沿って機能する。暗レベル期間算出回路72は、暗信号レベル $V_d$ が与えられ、入力映像信号 $V_{in}$ と $V_d$ を比較して1フレーム毎に暗レベル期間 $S_d$ を出力する。暗レベル期間比較回路73は、暗レベル期間しきい値 $S_{th}$ が与えられ、 $S_d$ が $S_{th}$ より小さければゲイン $G_g=1$ を、

$S_d$ が $S_{th}$ より大きければ1より小さいゲイン $G_g$ を出力する。このゲイン $G_g$ を受け、振幅変調回路74が入力映像信号 $V_{in}$ を変調し、映像信号 $V_e$ を出力して、駆動回路25が適宜、液晶パネル24を駆動する。同時に光出力制御回路29にもゲイン $G_g$ が出力されて、ゲイン $G_g$ に合わせて発光部23の光出力レベル $L_{out}$ を変化させる。

【0053】このように、上記映像信号処理回路71が上述の映像表示方法に従って機能することで、(図7)に示す構成の表示装置は、暗い映像、または、黒ラスターが表示された場合に、黒浮きや表示むらをあまり目立たせることなく、品位の優れた映像を表示することができる。

【0054】次に、(図8)を用いて、本発明の映像表示方法の第二の実施例を適用した表示装置の第二の実施例を述べる。これは、映像信号処理回路81以外は、

(図5)に示した透過型の液晶パネルを用いた投写型表示装置と同様の構成である。

【0055】映像信号処理回路81は(図7)で述べた直視型表示装置に用いているものと同じ働きをする。従って、(図7)に示す構成の投写型表示装置は、本発明の映像表示方法に基づく効果により、暗い映像、または、黒ラスターが表示された場合に、黒浮きや表示むらをあまり目立たせることなく、品位の優れた映像を表示することができる。これは、特に強力な光で液晶パネルを照明する投写型表示装置に適用した場合に、より大きな効果を得ることができる。

【0056】ところで、(図1)及び(図6)を参照して述べた本発明の映像表示方法は、映像信号の連続性を考慮して、常に1フレームあたりの映像信号に関する情報を検出してから、映像信号の変調と光源の出力光の制御を行うように説明した。従って、一連の映像信号の処理過程と発光部の光出力レベルの制御との間には、厳密には時間遅れを生じている。

【0057】そこで、もしこの時間遅れが問題になる場合には、フレームメモリを採用することで、上記時間遅れを解消することができる。すなわち、映像信号のピークレベル検出、または、暗レベル期間の算出、を行いながら映像信号をフレームメモリに格納し、ゲインを算出した後に、フレームメモリに格納した映像信号の変調と発光部の光出力の制御を同時に行って、映像を表示すれば良い。

【0058】また、(図1)を参照して述べた本発明の映像表示方法の第一の実施例において、ゲイン $G_g$ は連続的に変化させなくてもよい。離散的に $G_g$ の値を取り得るように制御することで、 $G_g$ が常に変動することがなくなり、ピークレベルのレンジに合わせたより安定した高画質映像を表示できる。

【0059】また、(図4)、(図5)、(図7)、(図8)に示した映像表示装置の各実施例では、発光部

にハロゲンランプを用いた例を説明したが、光源として特にこれに限定されない。比較的、瞬時に容易に調光可能な光源であればそれを用いれば良い。特に、メタルハライドランプは、他のランプと比較して効率と色再現性に優れているので、これを用いても構わない。この場合、ランプ電力を制御できる点灯回路を用いることで、光出力レベルを変化させることができる。

【0060】また、空間光変調素子についても液晶パネルを用いた実施例について説明したが、他の空間光変調素子を用いた場合であっても、同様の効果を得ることができる。

【0061】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は、入力される映像信号のピークレベルにあわせて、映像信号の制御と発光部の光出力の制御を行うことにより、空間光変調素子のダイナミックレンジを十分に活かした高画質表示を実現できる。また、入力される映像信号の暗レベル期間に合わせて同様の制御を行うことで、暗い映像を表示した場合の黒浮きや表示むらを低減させ、表示品位の高い映像を提供することができる。

【0062】また、本発明の映像表示方法を空間光変調素子を用いた直視型や投写型の表示装置に適用することにより、階調特性や暗レベル表示の品位の優れた明るい高画質の映像表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の映像表示方法の一実施例を説明するための流れ図

【図2】ピークレベルの異なる3種の映像信号の時間対振幅分布を示す略線図

【図3】空間光変調素子の映像信号レベル対透過率特性\*30

\*を示す略線図

【図4】本発明の映像表示装置の一実施例を示す概略構成図

【図5】本発明の映像表示装置の他の実施例を示す概略構成図

【図6】本発明の映像表示方法の他の実施例を説明するための流れ図

【図7】本発明の映像表示装置の他の実施例を示す概略構成図

10 【図8】本発明の映像表示装置の他の実施例を示す概略構成図

【図9】従来の映像表示装置の一実施例を示す概略構成図

【図10】従来の映像表示装置の他の実施例を示す概略構成図

【符号の説明】

21 ハロゲンランプ

22 集光反射鏡

23 発光部

20 24 液晶パネル

25 駆動回路

28 点灯回路

29 光出力制御回路

30 映像信号処理回路

31 ピークレベル検出回路

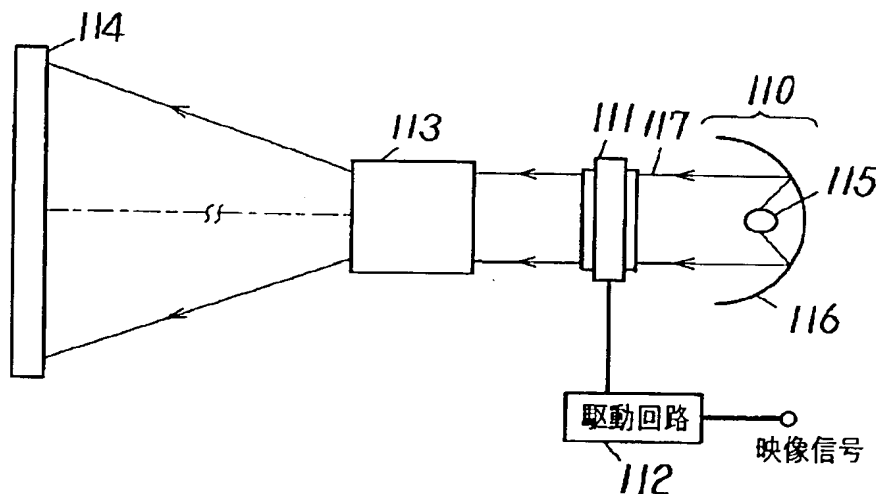
32 ゲイン算出回路

33 振幅変調回路

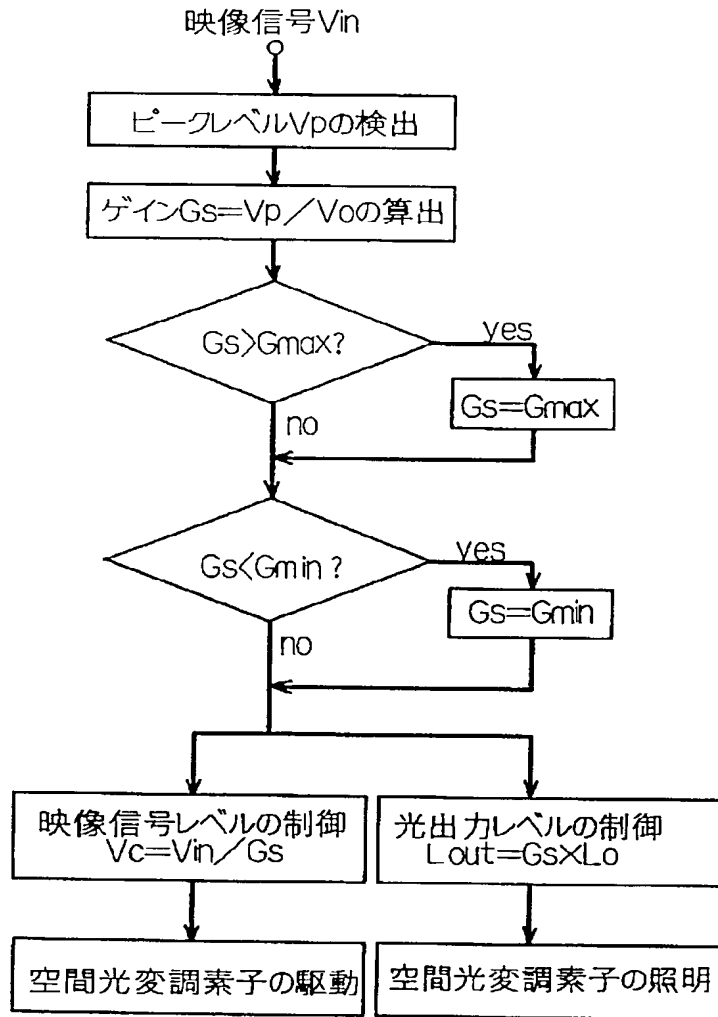
58 投写レンズ

59 スクリーン

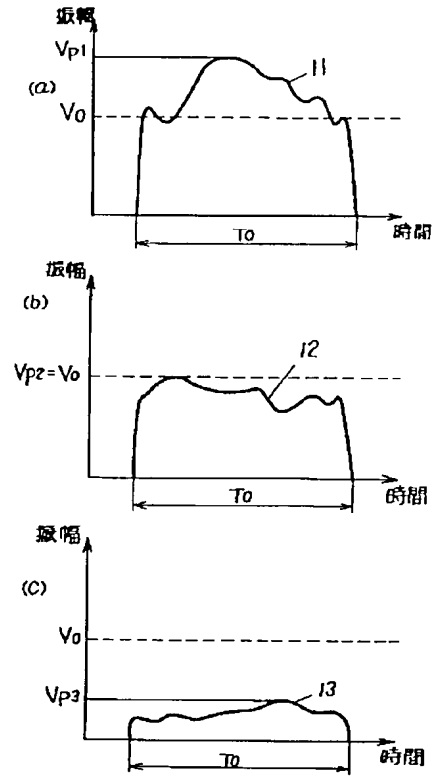
【図10】



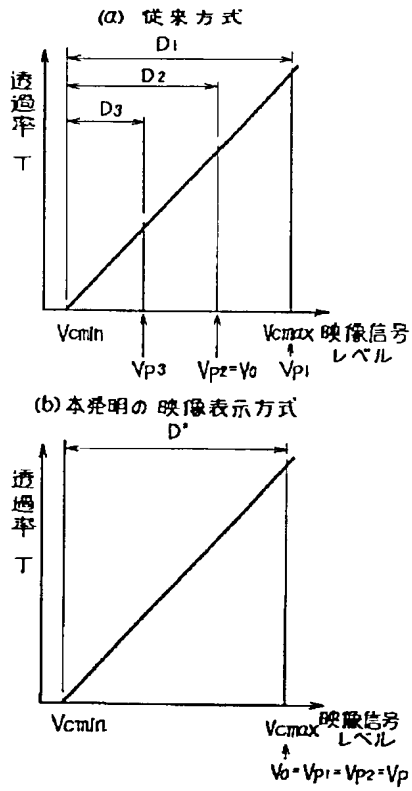
【図1】



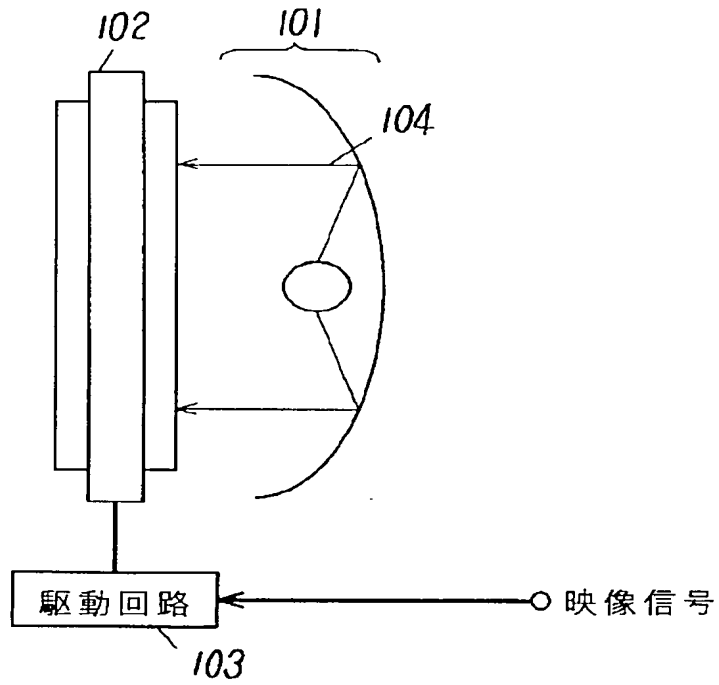
【図2】



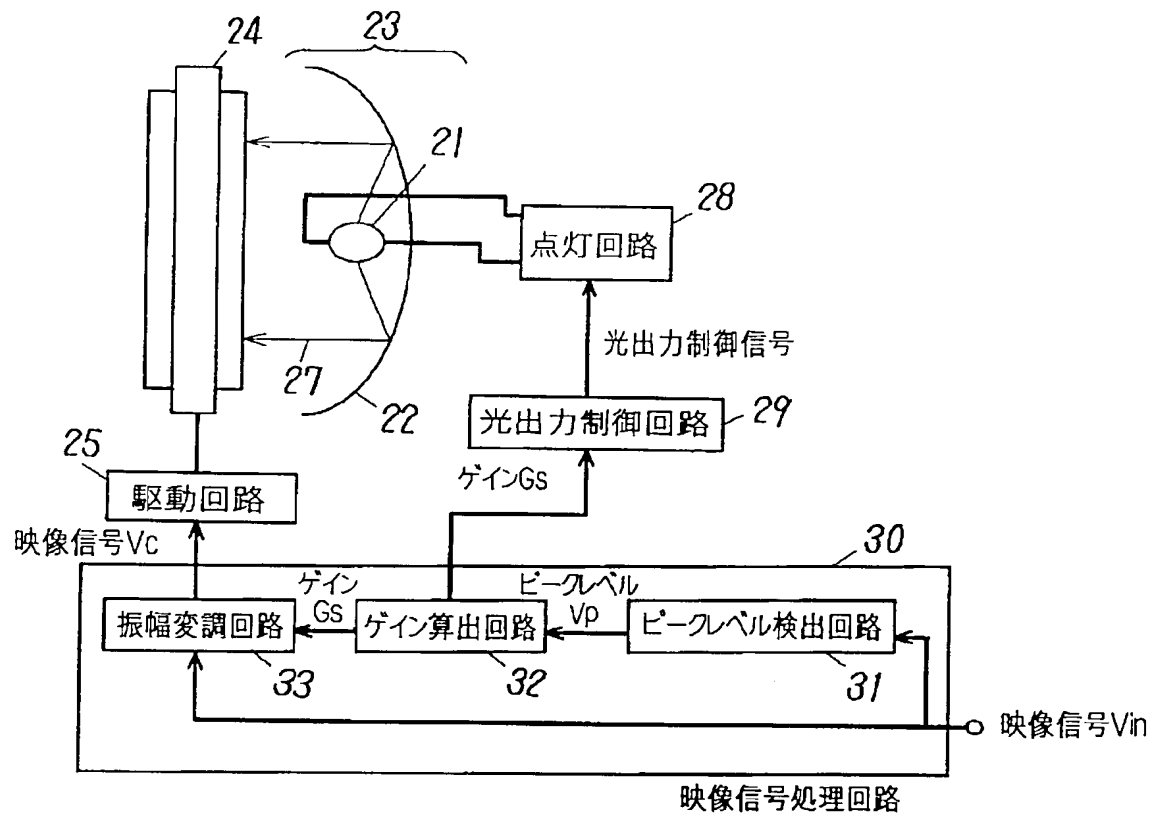
【図3】



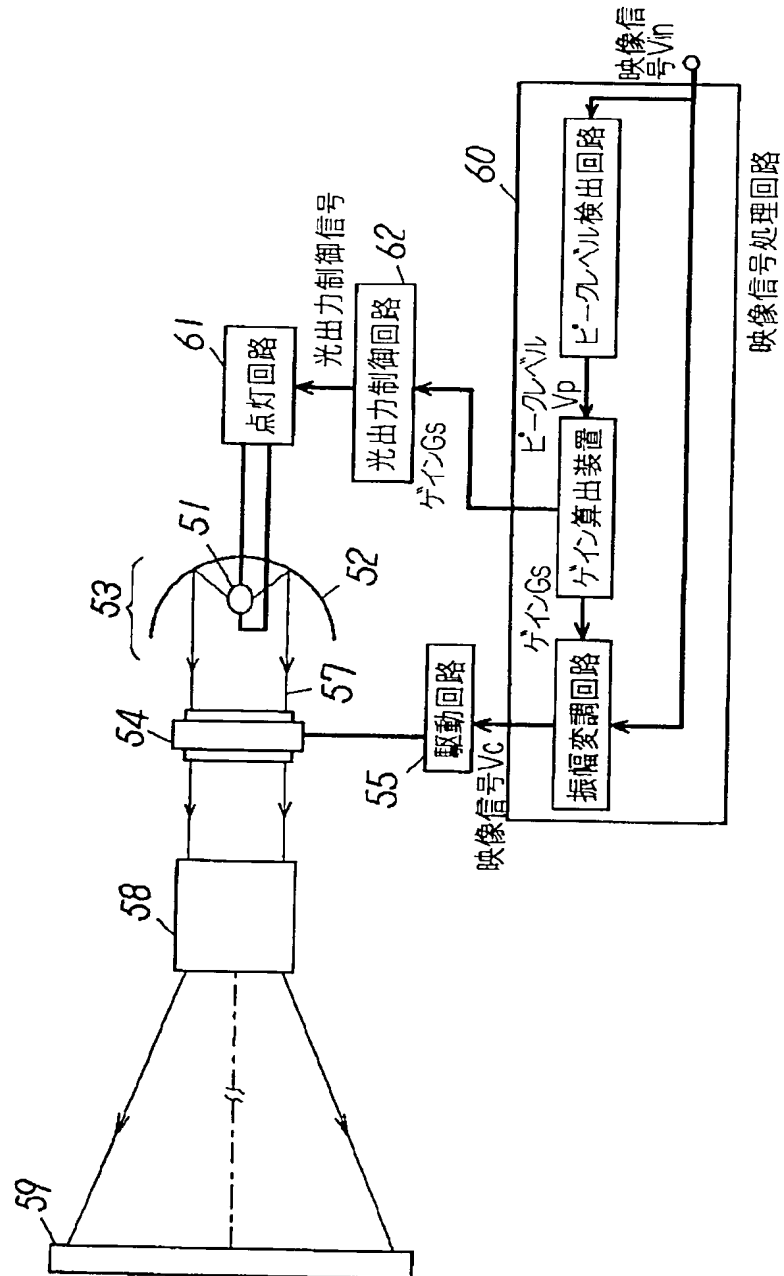
【図9】



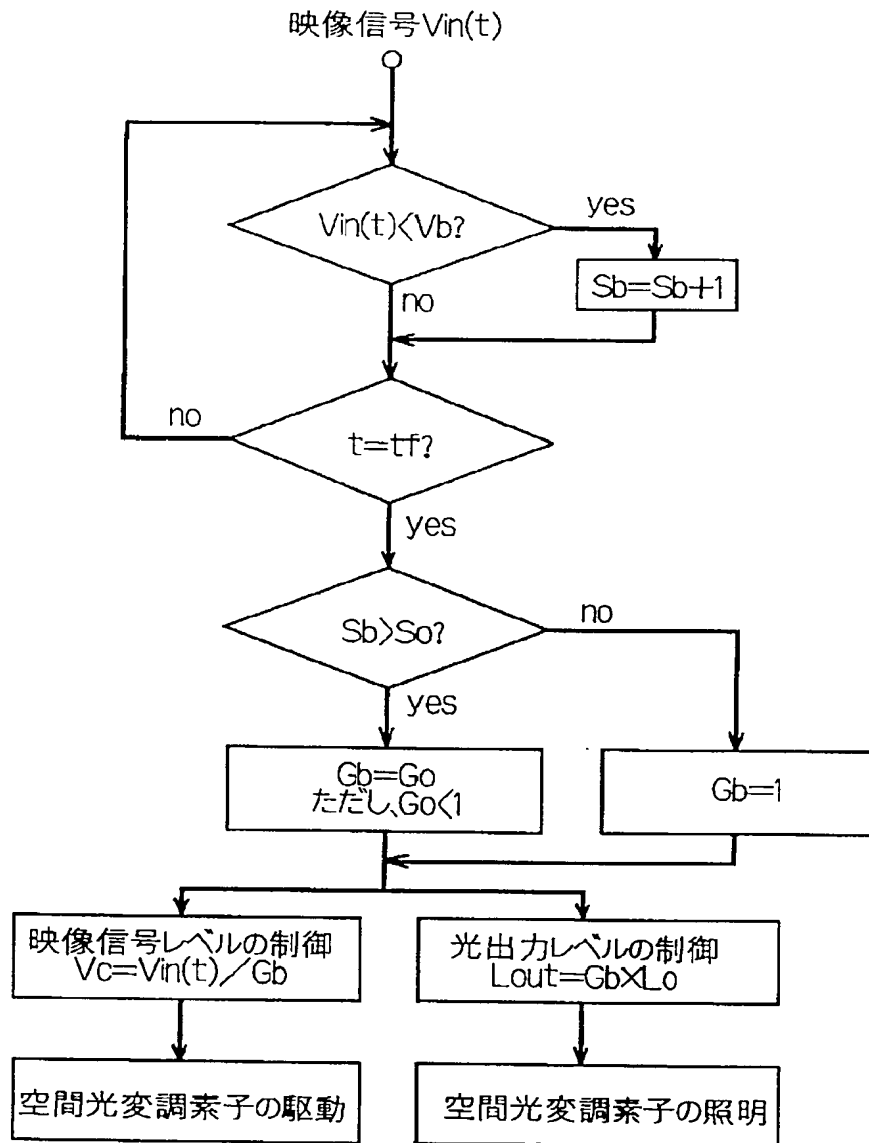
【図4】



【図5】

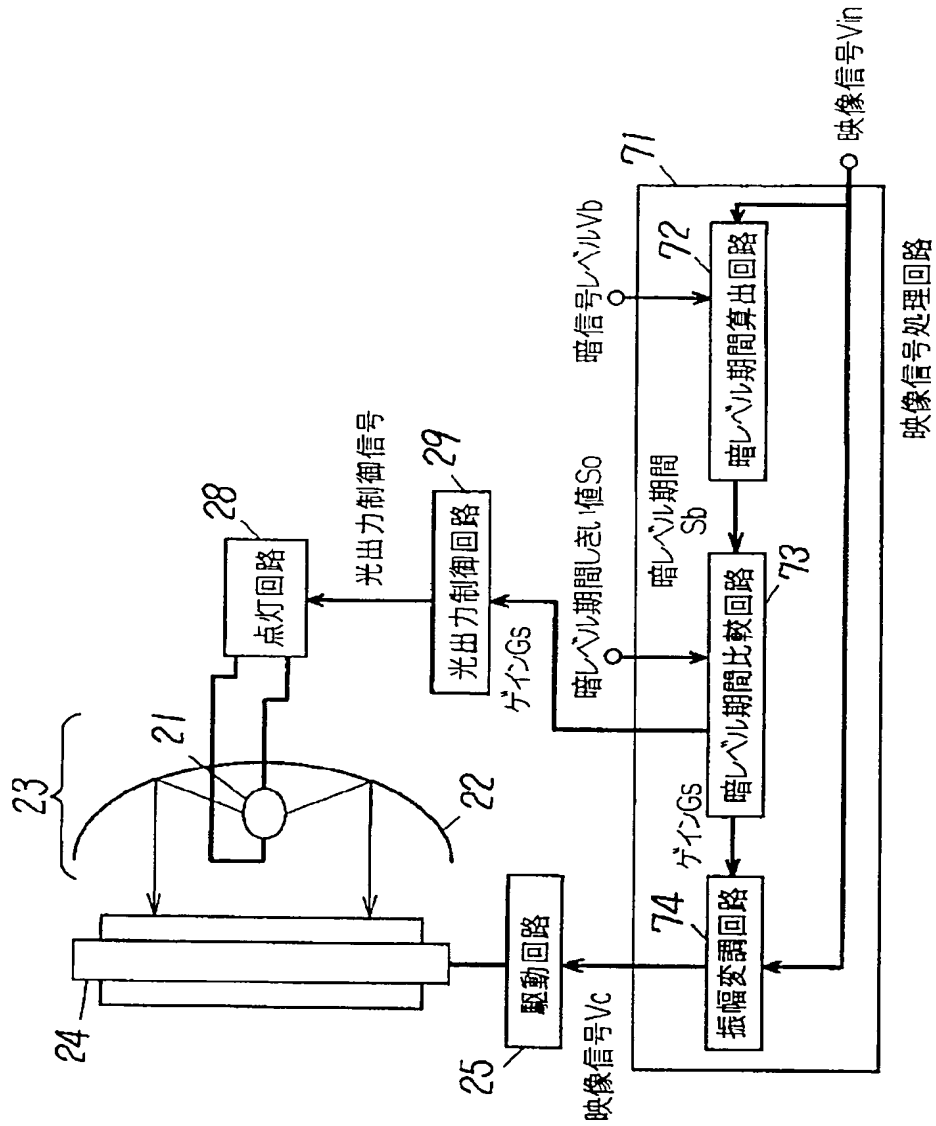


【図6】





【図7】



【図8】

